

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yoshinobu NEKADO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: OPTICAL WAVEGUIDE MODULE

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231



SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2001-078606

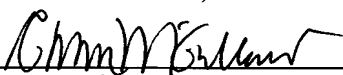
March 19, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年 3月19日

出願番号
Application Number: 特願2001-078606

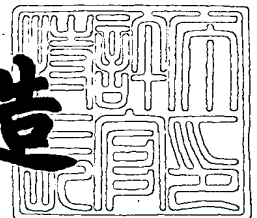
[ST.10/C]: [JP2001-078606]

出願人
Applicant(s): 古河電気工業株式会社

2002年 1月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3000368

【書類名】 特許願

【整理番号】 A00991

【提出日】 平成13年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 根角 昌伸

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 斎藤 恒聡

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

 【氏名】 柏原 一久

【特許出願人】

 【識別番号】 000005290

 【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100093894

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 000480

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9108379
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路形成領域を基板上に形成した光導波回路チップと、該光導波回路チップを少なくともエッジ部周辺部で支持して収容するパッケージとを有し、前記光導波回路チップのエッジ部近傍の少なくとも 1 箇所には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 弾性部材は断面コ字形状に形成されて光導波回路チップの表面側と裏面側から光導波回路チップを挟む態様と成していることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】 弾性部材は光導波回路チップの少なくとも 1 組の対角近傍に設けられていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光モジュール。

【請求項 4】 光導波回路チップは四辺形状の平面形状を有しており、弾性部材は光導波回路チップの 3 つ以上の角部近傍に設けられていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 記載記載の光モジュール。

【請求項 5】 光導波回路チップの表面と裏面の少なくとも一方側には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【請求項 6】 パッケージには弾性部材を嵌合する嵌合凹部が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【請求項 7】 光導波回路チップと弾性部材との間と、該弾性部材とパッケージとの間の少なくとも一方には、隙間が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【請求項 8】 弾性部材はバイトンゴムとしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【請求項 9】 光導波回路チップの光導波路形成領域は、1 本以上の並設された光入力導波路と、該光入力導波路の出射側に接続された第 1 のスラブ導波路

と、該第 1 のスラブ導波路の出射側に接続されたアレイ導波路と、該アレイ導波路の出射側に接続された第 2 のスラブ導波路と、該第 2 のスラブ導波路の出射側に接続された複数の並設された光出力導波路とを有して、前記アレイ導波路は前記第 1 のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路が並設されて成り、前記第 1 のスラブ導波路と第 2 のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる面で分離されて分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させるスライド移動部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に光通信用として用いられる光導波回路チップをパッケージ内に収容して形成される光モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光通信用として、基板上に光導波路形成領域を形成した様々な光導波回路チップが用いられており、光導波回路チップは、一般に、光ファイバと接続して用いられる。光導波回路チップと光ファイバとを接続する場合、例えば光ファイバを光ファイバ配列具に固定して光ファイバブロックとし、この光ファイバブロックと光導波回路チップを接着剤等により固定する。

【0003】

なお、光導波回路チップの厚みは通常 0.5 mm～1 mm 程度であり、外力に弱く、また、上記のように、光導波回路チップと光ファイバブロックを接続した場合、光ファイバブロックと光導波回路チップとの接続部の強度も弱い。そこで、光導波回路チップおよび光導波回路チップと光ファイバブロックとの接続部は、パッケージに収容されて用いられることが多い。

【0004】

ところで、光通信における伝送容量を飛躍的に増加させる方法として、光波長多重通信の研究開発が盛んに行なわれ、実用化が進みつつある。この光波長多重通信は、例えば互いに異なる波長を有する複数の光を多重して伝送させるものであり、近年、波長多重通信の実用化のために、アレイ導波路型回折格子や光スイッチ等の光導波回路チップおよび、これらを組み合わせた高機能集積型の光導波回路チップが用いられるようになった。

【 0 0 0 5 】

アレイ導波路型回折格子等の光導波回路チップや高機能集積型の光導波回路チップは、そのサイズが $30 \times 30 \text{ mm}$ 程度～ $80 \times 80 \text{ mm}$ 程度であり、従来のスプリッタやカプラ等といった光導波回路チップのサイズが数 mm～数十 mm 程度であったのに比べてチップサイズが大きくなっている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、アレイ導波路型回折格子や高機能集積型の光導波回路チップは質量も従来の光導波回路チップに比べて大きいので、アレイ導波路型回折格子や高機能集積型の光導波回路チップをパッケージ内に収容して成る光モジュールは、運搬時の振動や光モジュールを落としてしまったときの衝撃に耐えられず、光導波回路チップの破損や光導波回路チップと光ファイバブロックとの接続部の破損を引き起こすといった問題が生じた。

【 0 0 0 7 】

例えば、本発明者が、チップサイズが $32 \text{ mm} \times 34 \text{ mm}$ の光導波回路チップをパッケージに収容し、耐衝撃性の試験を行った結果、 $200 \text{ G} \times 1 \text{ ms}$ (8 times/direction, 3 directions) で光導波回路チップと光ファイバブロックとの接続部に亀裂が入り、光損失が 0.25 dB 増加してしまった。この結果は、パッシブ・オプティカル・コンポーネントとしての指標規格である GR-1221-CORE を満足することができないものであり、非常に問題であった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、運搬時の振動や光モジュールの落下等が生じて、光導波回路チップや光導波

回路チップと光ファイバブロックとの接続部に亀裂等が生じることを抑制できる耐衝撃性、耐振動性の高い光モジュールを提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第 1 の発明は、光導波路形成領域を基板上に形成した光導波回路チップと、該光導波回路チップを少なくともエッジ部周辺部で支持して収容するパッケージとを有し、前記光導波回路チップのエッジ部近傍の少なくとも 1 箇所には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 0 】

また、第 2 の発明は、上記第 1 の発明の構成に加え、前記弾性部材は断面コ字形状に形成されて光導波回路チップの表面側と裏面側から光導波回路チップを挟む態様と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 1 】

さらに、第 3 の発明は、上記第 1 または第 2 の発明の構成に加え、前記弾性部材は光導波回路チップの少なくとも 1 組の対角近傍に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 2 】

さらに、第 4 の発明は、上記第 1 または第 2 または第 3 の発明の構成に加え、前記導波回路チップは四辺形状の平面形状を有しており、弾性部材は光導波回路チップの 3 つ以上の角部近傍に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 3 】

さらに、第 5 の発明は、上記第 1 乃至第 4 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記光導波回路チップの表面と裏面の少なくとも一方側には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 4 】

さらに、第 6 の発明は、上記第 1 乃至第 5 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記パッケージには弾性部材を嵌合する嵌合凹部が設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 5 】

さらに、第 7 の発明は、上記第 1 乃至第 6 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記光導波回路チップと弾性部材との間と、該弾性部材とパッケージとの間の少なくとも一方には、隙間が形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 6 】

さらに、第 8 の発明は、上記第 1 乃至第 7 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記弾性部材はバイトンゴムとした構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 7 】

さらに、第 9 の発明は、上記第 1 乃至第 8 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記光導波回路チップの光導波路形成領域は、1 本以上の並設された光入力導波路と、該光入力導波路の出射側に接続された第 1 のスラブ導波路と、該第 1 のスラブ導波路の出射側に接続されたアレイ導波路と、該アレイ導波路の出射側に接続された第 2 のスラブ導波路と、該第 2 のスラブ導波路の出射側に接続された複数の並設された光出力導波路とを有して、前記アレイ導波路は前記第 1 のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路が並設されて成り、前記第 1 のスラブ導波路と第 2 のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる面で分離されて分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させるスライド移動部材が設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 8 】

上記構成の本発明においては、パッケージが光導波回路チップを少なくともエッジ部周辺部で支持して収容しており、前記光導波回路チップのエッジ部近傍の少なくとも 1 箇所には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられ

ているので、運搬時の振動や光モジュールの落下が生じて、光導波回路チップや、光導波回路チップと接続される光ファイバブロック等の光部品との接続部に亀裂等が生じることを抑制でき、耐衝撃性、耐振動性の高い光モジュールとなる。

【 0 0 1 9 】

特に、前記弾性部材を断面コ字形状に形成し、光導波回路チップの表面側と裏面側から光導波回路チップを挟む態様と成すと、光導波回路チップの衝撃緩和が良好となる。

【 0 0 2 0 】

また、弾性部材を光導波回路チップの少なくとも1組の対角近傍に設けることにより、衝撃による亀裂等が生じやすい部位の衝撃緩和を発揮でき、一般に、四辺形状の平面形状を有する光導波回路チップの3つ以上の角部近傍に弾性部材を設けると、衝撃緩和効果が良好になる。

【 0 0 2 1 】

さらに、光導波回路チップはアレイ導波路型回折格子として、第1のスラブ導波路と第2のスラブ導波路の少なくとも一方を、スラブ導波路を通る光の経路と交わる面で分離して分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させるスライド移動部材を設けた構成においては、例えばスライド移動部材の機能によって光透過中心波長の温度依存性を低減できる。

【 0 0 2 2 】

したがって、この構成の光モジュールは、波長多重通信用として非常に重要であり、本発明は、上記のように、光導波回路チップや、光導波回路チップと接続される光ファイバブロック等の光部品との接続部に亀裂等が生じることを抑制できることから、波長多重通信の実用化を図ることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略

する。

【 0 0 2 4 】

図 1 には、本発明に係る光モジュールの第 1 実施形態例の要部構成が示されている。なお、本実施形態例の光モジュールは、上蓋を有するパッケージを有しており、図 1 の (a) にはパッケージ上蓋を省略した状態の平面図が示されている。また、同図の (b) には、同図の (a) の線 A - A ' で切断したときの断面図が、パッケージ上蓋を装着した状態で示されている。

【 0 0 2 5 】

これらの図に示すように、本実施形態例の光モジュールは、パッケージ 3 0 内の収容部 2 8 に、光導波回路チップ 1 1 を収容して形成されており、光導波回路チップ 1 1 は少なくともエッジ部周辺部でパッケージ 3 0 に支持されて収容されている。パッケージ 3 0 は、パッケージ筐体 3 0 a とパッケージ上蓋 3 0 b を有している。パッケージ筐体 3 0 a には光導波回路チップ 1 1 の収容部 2 8 が形成されており、収容部 2 8 には屈折率整合剤として機能するシリコンオイルが充填されている。

【 0 0 2 6 】

光導波回路チップ 1 1 は、基板 1 上に光導波路形成領域 1 0 を形成して成り、その重さは約 1 0 g である。光導波回路チップ 1 1 の平面形状は四辺形状であり、幅 (Y 方向の長さ) が 5 0 0 mm、X 方向の長さが 7 0 0 mm である。

【 0 0 2 7 】

本実施形態例の特徴的なことは、光導波回路チップ 1 1 の 3 つ以上 (ここでは 4 つ) の角部近傍に、光導波回路チップ 1 1 の衝撃緩和用の弾性部材 1 2 が設けられていることである。言い換えれば、本実施形態例では、光導波回路チップ 1 1 の 2 組の対角近傍に上記弾性部材 1 2 が設けられている。

【 0 0 2 8 】

図 1 の (b) に示すように、弾性部材 1 2 は断面コ字形状に形成されて光導波回路チップ 1 1 の表面側と裏面側から光導波回路チップ 1 1 を挟む態様と成しており、弾性部材 1 2 はバイトンゴムにより形成されている。なお、図 2 の (a) に弾性部材 1 2 の断面図が、 (b) に弾性部材 1 2 の平面図が、 (c) に弾性部

材 1 2 の斜視図がそれぞれ示されている。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、パッケージ 3 0 のパッケージ筐体 3 0 a には弾性部材 1 2 を嵌合する嵌合凹部 1 4 が設けられている。光導波回路チップ 1 1 と弾性部材 1 2 との間と、該弾性部材 1 2 とパッケージ 3 0 の嵌合凹部 1 4 との間には、それぞれ、約 8 0 μ m の隙間が形成されており、光導波回路チップ 1 1 がパッケージ 3 0 内で多少動ける遊びと成している。

【 0 0 3 0 】

光導波回路チップ 1 1 は 1 0 0 G H z 間隔の波長数 5 0 の波長多重光を分波するあるいは合波する機能を有するアレイ導波路型回折格子であり、光導波路形成領域 1 0 には以下の導波路構成が形成されている。

【 0 0 3 1 】

すなわち、上記導波路構成は、1 本以上の並設された光入力導波路 2 と、該光入力導波路 2 の出射側に接続された第 1 のスラブ導波路 3 と、該第 1 のスラブ導波路 3 の出射側に接続されたアレイ導波路 4 と、該アレイ導波路 4 の出射側に接続された第 2 のスラブ導波路 5 と、該第 2 のスラブ導波路 5 の出射側に接続された複数の並設された光出力導波路 6 とを有しており、前記アレイ導波路 4 は前記第 1 のスラブ導波路 3 から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路 4 a が並設されて成る。

【 0 0 3 2 】

また、本実施形態例において、第 1 のスラブ導波路 3 と第 2 のスラブ導波路 5 の少なくとも一方（ここでは第 1 のスラブ導波路 3）がスラブ導波路 3 を通る光の経路と交わる面（交差分離面 8）で分離されて分離スラブ導波路 3 a, 3 b と成している。

【 0 0 3 3 】

交差分離面 8 は光導波路形成領域 1 0 の一端側（図 1 の（a）の上端側）から光導波路形成領域の途中部にかけて設けられており、この交差分離面 8 に連通させて、第 1 のスラブ導波路 3 と交差しない非交差分離面 1 8 が形成されている。非交差分離面 1 8 は交差分離面 8 と直交して設けられている。なお、非交差分離

面18は交差分離面8と直交しなくてもよく、同図は直交している態様を記載している。

【0034】

そして、本実施形態例では、交差分離面8と非交差分離面18とによって、光導波路形成領域10を、一方側の分離スラブ導波路3aを含む第1の光導波路形成領域10aと、他方側の分離スラブ導波路3bを含む第2の光導波路形成領域10bとに分離している。また、光導波路形成領域10a, 10bに対応させて、交差分離面8と非交差分離面18とによって、基板1も分離している。

【0035】

前記第1の光導波路形成領域10aと第2の光導波路形成領域10bとに跨る態様で、光導波路形成領域10よりも熱膨張係数が大きいスライド移動部材7が設けられ、その端側がそれぞれ光導波路形成領域10aと光導波路形成領域10bに固定部13で固定されている。

【0036】

スライド移動部材7は、分離スラブ導波路3a, 3bの少なくとも一方側（ここでは分離スラブ導波路3a）を前記分離面8に沿って温度に依存してスライド移動させるものであり、第1の光導波路形成領域10aを第2の光導波路形成領域10bに対して、交差分離面8に沿ってスライド移動させる。

【0037】

また、本実施形態例では、スライド移動部材7を光導波路形成領域10a, 10bの表面上に、光導波路形成領域10aと光導波路形成領域10bに跨る態様で設けることにより、前記光導波路形成領域10aのスライド移動時に、光導波路形成領域10aが基板面に垂直なZ方向に変位することを抑制する構成と成している。

【0038】

上記スライド移動部材7は、例えば熱膨張係数が 1.65×10^{-5} (1/K)の銅板により形成され、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長温度依存性を補償できる長さに形成されている。

【0039】

なお、本発明者は、アレイ導波路型回折格子の線分散性に着目して様々な検討を行い、スライド移動部材 7 によって分離スラブ導波路 3 a を温度に依存して移動し、光入力導波路 2 の出力端位置をずらしてアレイ導波路型回折格子の光透過中心波長を補償することを考えた。

【0040】

すなわち、図 6 に示すように、第 1 のスラブ導波路 3 の焦点中心を点 O' とし、この点 O' から X 方向に距離 $d x'$ ずれた位置にある点を点 P' とすると、この点 P' に光を入射した場合に、光出力導波路 6 から出力される出力波長が、点 O' から光を入射した場合に対して $d \lambda'$ ずれることになるので、光入力導波路 2 の出力端位置をずらすことにより、光出力導波路 6 からの出力波長をずらすことができる。

【0041】

ここで、上記波長ずれ量 $d \lambda'$ と光入力導波路 2 の出力端位置の X 方向移動量 $d x'$ との関係を式により表わすと、(数 1) のようになる。

【0042】

【数 1】

$$\frac{dx'}{d\lambda'} = \frac{L_f' \Delta L}{n_g d \lambda_0} n_s$$

【0043】

(数 1) において、 L_f' は第 1 のスラブ導波路 3 の焦点距離、 ΔL は隣接するチャンネル導波路の長さの差、 n_s は第 1 のスラブ導波路および第 2 のスラブ導波路の等価屈折率、 d は隣り合うチャンネル導波路同士の間隔、 λ_0 は回折角 $\phi = 0$ となるところの光透過中心波長、 n_g はアレイ導波路の群屈折率である。 n_g は、アレイ導波路の等価屈折率 n_c と光出力導波路から出力される光の透過中心波長 λ を用いて (数 2) で与えられるものである。

【0044】

【数 2】

$$n_s = n_c - \lambda_0 \frac{dn_c}{d\lambda}$$

【0045】

したがって、アレイ導波路型回折格子の光出力導波路から出力される光透過中心波長が温度に依存して $\Delta\lambda$ ずれたときに、 $d\lambda' = \Delta\lambda$ となるように、光入力導波路の出力端位置を前記X方向に距離 $d x'$ だけずらせば、例えば焦点Oに形成した光出力導波路において、波長ずれのない光を取り出すことができる。

【0046】

また、他の光出力導波路に関しても同様の作用が生じるため、それぞれの光出力導波路6から出力される光透過中心波長ずれ $\Delta\lambda$ を補正（解消）できることになるものであり、本実施形態例は、スライド移動部材7の熱膨張係数と固定位置間隔（図1のE）を適宜設定し、スライド移動部材7の温度に依存した伸縮によってアレイ導波路型回折格子の光透過中心波長を補償するようにしている。

【0047】

すなわち、スライド移動部材7は、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存シフト量に応じた分離スラブ導波路3aの移動量に対応する長さだけ、熱膨張係数による伸縮が生じ、分離スラブ導波路3aと光入力導波路2の出力端をX方向に移動し、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存性を補償するように構成されている。

【0048】

また、本実施形態例において、光導波回路チップ11には、その一端側に光ファイバブロック21が接続され、他端側に光ファイバブロック22が接続されている。光ファイバブロック21、22には、それぞれ、アレイ導波路型回折格子の光入力導波路2と光出力導波路6に対応させて1本以上の光ファイバ23、24が配列固定されている。

【0049】

また、各光入力導波路2と対応する光ファイバ23は調心され、各光出力導波

路 6 と対応する光ファイバ 2 4 は調心されて、光導波回路チップ 1 1 と光ファイバブロック 2 1, 2 2 が固定されている。光ファイバ 2 3, 2 4 のパッケージ 3 0 からの引き出し口はエポキシ系の接着剤であるセメダインハイスーパー 5 (商品名) により固定されている。

【 0 0 5 0 】

本実施形態例は以上のように構成されており、光導波回路チップ 1 1 のエッジ部近傍の 4 角近傍に、光導波回路チップ 1 1 の衝撃緩和用の弾性部材 1 2 が設けられているので、運搬時の振動や光モジュールの落下が生じても、光導波回路チップ 1 1 や、光導波回路チップ 1 1 と光ファイバブロック 2 1, 2 2 との接続部に亀裂等が生じることを抑制でき、耐衝撃性の高い光モジュールとすることができる。

【 0 0 5 1 】

特に、本実施形態例では、弾性部材 1 2 を断面コ字形状のバイトンゴムにより形成し、光導波回路チップ 1 1 の表面側と裏面側から光導波回路チップ 1 1 を挟む態様と成しており、衝撃緩和効果を非常に良好に発揮できる。また、バイトンゴムは耐湿性、耐薬品性に優れており、シリコンオイル等による劣化が生じにくいので弾性部材 1 2 として適している。

【 0 0 5 2 】

さらに、本実施形態例によれば、光導波回路チップ 1 1 と弾性部材 1 2 との間と、該弾性部材 1 2 とパッケージ 3 0 の嵌合凹部 1 4 との間に、光導波回路チップ 1 1 がパッケージ 3 0 内で多少動ける遊びのための隙間を形成しているので、この隙間の遊び分によって、光導波回路チップ 1 1 と光ファイバブロック 2 1, 2 2 等の光部品との接続部に過剰な応力が加わることを緩和でき、前記接続部の破損や接続部における損失増加を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

また、温度が上昇してスライド移動部材 7 が伸びても、光導波回路チップ 1 1 がパッケージ 3 0 内で干渉して外力を受けることはなく、スライド移動部材 7 の伸縮に応じて光ファイバ 2 3, 2 4、光ファイバブロック 2 1, 2 2 は動くことができ、光ファイバブロック 2 1, 2 2 と光導波回路チップ 1 1 との接続間で引

づ張られる力も十分低減でき、接続部に亀裂が生じたり、接続部ではがれたりすることが無くなる。

【 0 0 5 4 】

さらに、本実施形態例は、スライド移動部材 7 による分離スラブ導波路 3 a の交差分離面 8 に沿った移動によって、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存性を低減できるので、波長多重通信用として適用したときに、設定波長の光の合波や分波を温度によらず安定して行うことができる光モジュールを実現でき、波長多重通信の実用化を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、本発明に係る光モジュールの第 2 実施形態例について説明する。本第 2 実施形態例の光モジュールは上記第 1 実施形態例とほぼ同様に形成されており、本第 2 実施形態例が上記第 1 実施形態例と異なる特徴的なことは、図 3 に示すように、光導波回路チップ 1 1 を分離面による分離がないアレイ導波路型回折格子としたことである。また、本第 2 実施形態例では、上記第 1 実施形態例で設けたスライド移動部材 7 も省略している。

【 0 0 5 6 】

本第 2 実施形態例は上記のように構成されており、本第 2 実施形態例も上記第 1 実施形態例と同様に、弾性部材 1 2 の効果によって、耐衝撃性、耐振動性に優れた信頼性の高い光モジュールとすることができる。

【 0 0 5 7 】

本発明者は、本第 2 実施形態例の光モジュールおよび、この光モジュールとほぼ同様の構成で、光ファイバ 2 3， 2 4 のパッケージ 3 0 からの引き出し口を接着剤で固定しない光モジュールを用意し、それぞれについて、耐衝撃性試験を行った。なお、光ファイバ 2 3， 2 4 の引き出し口を接着剤で固定しないものにおいては、パッケージ 3 0 内で光ファイバ 2 3， 2 4 に撓みを持たせたものと持たせなかったものの両方を用意した。

【 0 0 5 8 】

その結果、光ファイバ 2 3， 2 4 のパッケージ 3 0 からの引き出し部位の固定方法にかかわらず、それぞれの光モジュールの耐衝撃性は $1000\text{ G} \times 1\text{ ms}$ (1

0 times/direction, 6 directions) に耐えることができ、前記パッシブ・オプティカル・コンポーネントとしての指標規格であるGR-1221-COREを満足するものであった。

【 0 0 5 9 】

また、耐振動性についても、いずれの光モジュールも、 $20\text{ G} \times 10 \sim 2000\text{ Hz} \cdot \text{min/cy}$ (6 min/cy , 6 cy/axis) に耐えることができ、GR-1221-COREを満足するものであった。さらに、耐衝撃性試験と耐振動性試験を行う前後での光損失変動は 0.004 dB であり、全く問題のない結果となり、これらの光モジュールの信頼性が確認できた。

【 0 0 6 0 】

図4には、本発明に係る光モジュールの第3実施形態例の断面図が示されている。なお、本第3実施形態例において上記第1、第2実施形態例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【 0 0 6 1 】

本第3実施形態例は、上記第2実施形態例とほぼ同様に構成されており、本第3実施形態例が上記第2実施形態例と異なる特徴的なことは、光導波回路チップ11の基板1の下側にヒータ40を設けたことと、光導波回路チップ11の表面側および裏面側に、光導波回路チップ11の衝撃緩和用の弾性部材12aを設けたことである。

【 0 0 6 2 】

本第3実施形態例において、光導波回路チップ11は、幅が 400 mm 、長さが 500 mm であり、ヒータ40は、幅が 280 mm 、長さが 350 mm 、重さが 100 g である。ヒータ40は光導波回路チップ11の温度を例えば 70°C といった室温より高温の一定温度に保つようにしており、それにより、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長を一定に保つようにしている。

【 0 0 6 3 】

本第3実施形態例も上記第1実施形態例とほぼ同様の効果を奏することができる。また、本第3実施形態例では、ヒータ40を設けることによって光モジュールの重さがより重くなっているが、光導波回路チップ11の表面側と裏面側に

弾性部材 1 2 a を設けることにより、耐衝撃性および耐振動性に優れた信頼性の高い光モジュールを実現している。

【 0 0 6 4 】

本発明者が、本第 3 実施形態例について耐衝撃性と耐振動性の試験を行ったところ、耐衝撃性は $500\text{ G} \times 1\text{ ms}$ (8 times/direction, 6 direction) に耐えることができ、耐振動性についても、 $20\text{ G} \times 10 \sim 2000\text{ Hz} \cdot \text{min/cy}$ (6 min/cy, 6 cy/axis) に耐えることができ、いずれも、GR-1221-COREを満足するものであった。さらに、耐衝撃性試験と耐振動性試験を行う前後での光損失変動は 0.006 dB であり、全く問題のない結果となった。

【 0 0 6 5 】

なお、本発明は上記各実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば上記各実施形態例では、光導波回路チップ 1 1 の 4 角に弾性部材 1 2 を設けたが、弾性部材 1 2 は光導波回路チップ 1 1 のエッジ部近傍の少なくとも 1 箇所設けられていればよい。ただし、上記各実施形態例のように、光導波回路チップ 1 1 の角部（特に光導波回路チップ 1 1 が四辺形状の場合は 4 角）に設けると、弾性部材 1 2 による光導波回路チップ 1 1 の衝撃緩和効果が高い。

【 0 0 6 6 】

また、上記各実施形態例では、光導波回路チップ 1 1 の角部に設ける弾性部材 1 2 を図 2 に示した形状を有する構成としたが、弾性部材 1 2 の形状は特に限定されるものではなく適宜設定されるものであり、例えば図 5 に示すような形状であってもよい。

【 0 0 6 7 】

さらに、上記第 3 実施形態例では、弾性部材 1 2 a を光導波回路チップ 1 1 の表面側と裏面側の両方に設けたが、弾性部材 1 2 a を光導波回路チップ 1 1 の表面側と裏面側のいずれか一方側に設けてもよい。

【 0 0 6 8 】

さらに、上記各実施形態例では、弾性部材 1 2 や弾性部材 1 2 a はバイトンゴムにより形成したが、弾性部材 1 2, 1 2 a はバイトンゴム以外のゴム等の弾性

体により形成してもよい。

【 0 0 6 9 】

さらに、上記各実施形態例では、光導波回路チップ 1 1 と弾性部材 1 2 との間と、該弾性部材 1 2 とパッケージ 3 0 の嵌合凹部 1 4 との間には、それぞれ、約 8 0 μ m の隙間を形成したが、この隙間は 8 0 μ m とは限らず、数 μ m ～数百 μ m であればよい。また、隙間は形成されていなくてもよいが、隙間を形成することにより、光導波回路チップ 1 1 と光ファイバブロック 2 1, 2 2 との接続部の破損や接続損失増加を抑制できるので、隙間を形成することが好ましい。

【 0 0 7 0 】

さらに、上記各実施形態例では、光導波回路チップ 1 1 はいずれもアレイ導波路型回折格子としたが、光導波回路チップ 1 1 の構成は特に限定されるものではなく適宜設定されるものであり、様々な光導波回路チップ 1 1 をパッケージ 3 0 内に収容して形成される光モジュールの構成に本発明を適用することにより、耐衝撃性、耐振動性の高い光モジュールとすることができる。

【 0 0 7 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、パッケージが光導波回路チップを少なくともエッジ部周辺部で支持して収容しており、前記光導波回路チップのエッジ部近傍の少なくとも 1 箇所には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられているので、運搬時の振動や光モジュールの落下が生じて、光導波回路チップや、光導波回路チップと接続される光ファイバブロック等の光部品との接続部に亀裂等が生じることを抑制でき、耐衝撃性、耐振動性の高い光モジュールを実現することができる。

【 0 0 7 2 】

また、本発明において、前記弾性部材を断面コ字形状に形成し、光導波回路チップの表面側と裏面側から光導波回路チップを挟む態様と成した構成においては、光導波回路チップの衝撃緩和を良好とし、耐衝撃性、耐振動性を良好にできる。

【 0 0 7 3 】

さらに、本発明において、弾性部材を光導波回路チップの少なくとも1組の対角近傍に設けることにより、衝撃による亀裂等が生じやすい部位の衝撃緩和を発揮できる。

【0074】

さらに、本発明において、四辺形状の平面形状を有する光導波回路チップの3つ以上の角部近傍に弾性部材を設けると、光導波回路チップの衝撃緩和効果を良好にできる。

【0075】

さらに、本発明において、光導波回路チップの表面と裏面の少なくとも一方側には前記光導波回路チップの衝撃緩和用の弾性部材が設けられている構成においては、光導波回路チップの衝撃緩和効果をより一層良好に発揮できる。

【0076】

さらに、本発明において、パッケージには弾性部材を嵌合する嵌合凹部が設けられている構成によれば、弾性部材を嵌合凹部に嵌合することにより、弾性部材の配置をより容易に行うことができる。

【0077】

さらに、本発明において、光導波回路チップと弾性部材との間と、該弾性部材とパッケージとの間の少なくとも一方には、隙間が形成されている構成によれば、この隙間の遊び分によって、光導波回路チップと光ファイバブロック等の光部品との接続部に過剰な応力が加わることを緩和でき、前記接続部の破損や接続部における損失増加を抑制することができる。

【0078】

さらに、本発明において、弾性部材はバイトンゴムとした構成によれば、バイトンゴムはパッケージ内にシリコンオイル等の屈折率整合剤を充填しても劣化しにくいので、上記優れた効果を長期にわたって維持できる信頼性の高い光モジュールとすることができる。

【0079】

さらに、本発明において、光導波回路チップの光導波路形成領域はアレイ導波路型回折格子とし、その第1のスラブ導波路と第2のスラブ導波路の少なくとも

一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる面で分離されて分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させるスライド移動部材が設けられている構成によれば、例えばアレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存性を補償することができる優れた光モジュールとすることができる。

【 0 0 8 0 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光モジュールの第 1 実施形態例を示す要部構成図である。

【図 2】

上記実施形態例に適用されている弾性部材を示す説明図である。

【図 3】

本発明に係る光モジュールの第 2、第 3 実施形態例の要部平面構成図である。

【図 4】

本発明に係る光モジュールの第 3 実施形態例の断面構成を示す説明図である。

【図 5】

本発明に係る光モジュールの他の実施形態例に適用される弾性部材の構成例を示す説明図である。

【図 6】

アレイ導波路型回折格子における光透過中心波長シフトと光入力導波路および光出力導波路の位置との関係を示す説明図である。

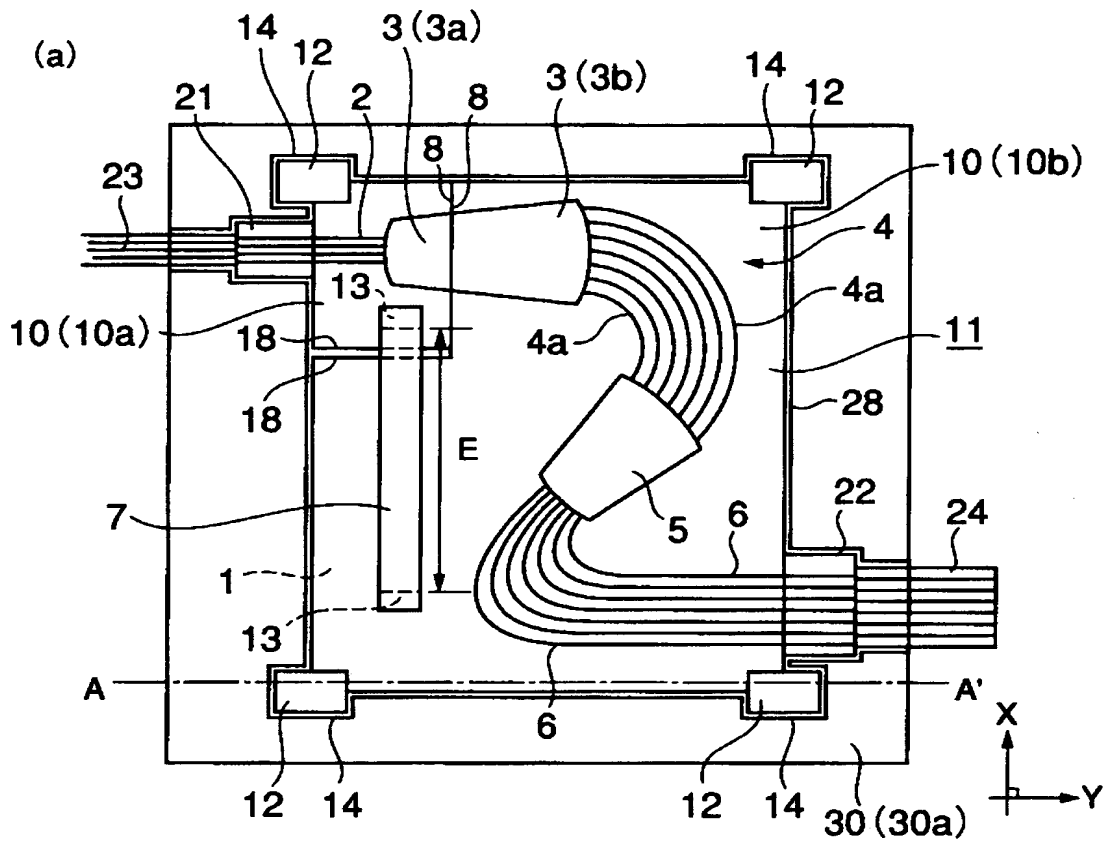
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光入力導波路
- 3 第 1 のスラブ導波路
- 3 a, 3 b 分離スラブ導波路
- 4 アレイ導波路
- 4 a チャンネル導波路
- 5 第 2 のスラブ導波路

- 6 光出力導波路
- 7 スライド移動部材
- 8 交差分離面
- 1 0, 1 0 a, 1 0 b 光導波路形成領域
- 1 1 光導波回路チップ
- 1 2, 1 2 a 弾性部材
- 1 4 嵌合凹部
- 3 0 パッケージ

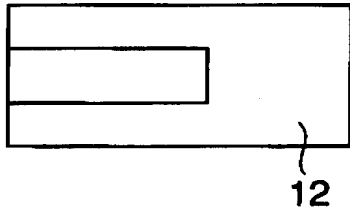
【書類名】 図面

【図 1】

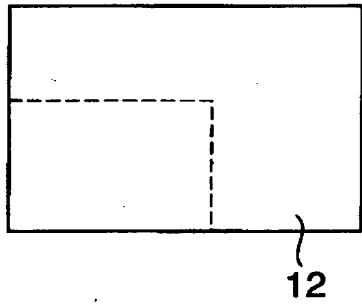


【図 2】

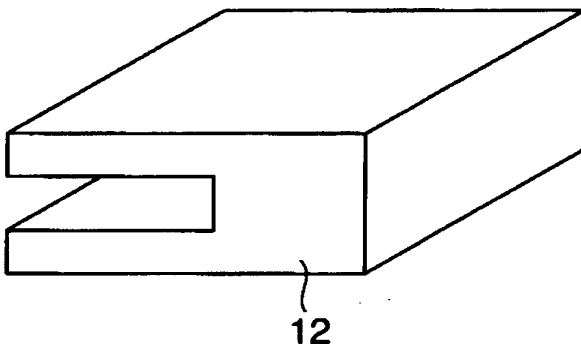
(a)



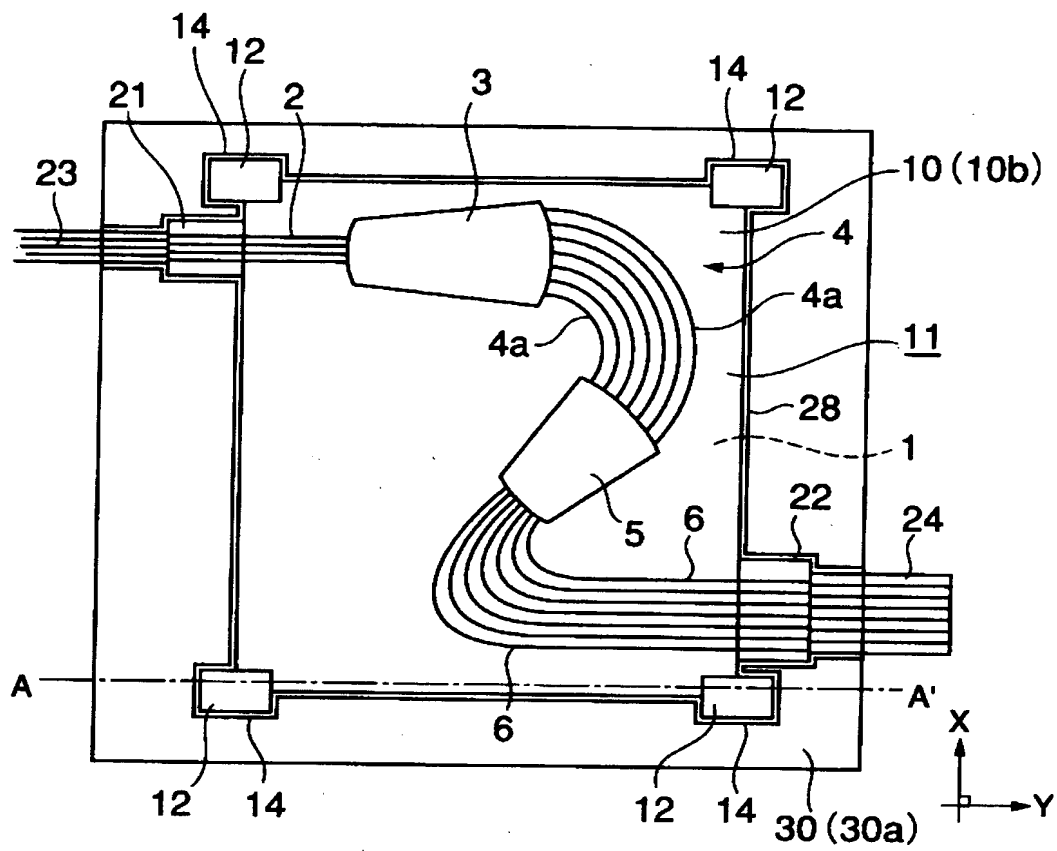
(b)



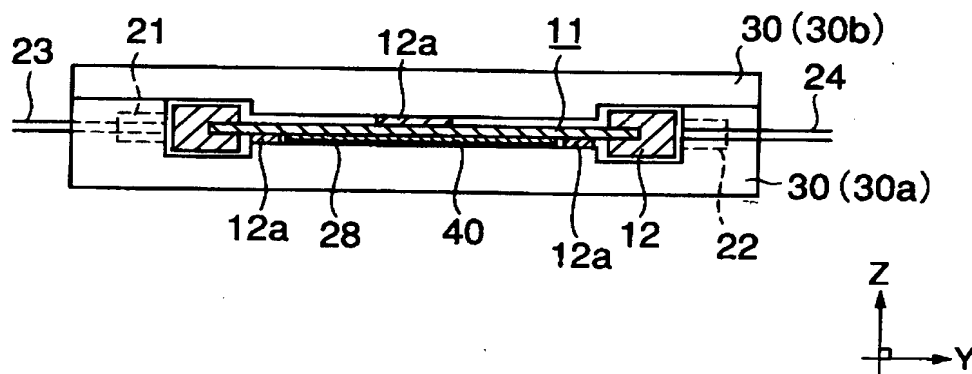
(c)



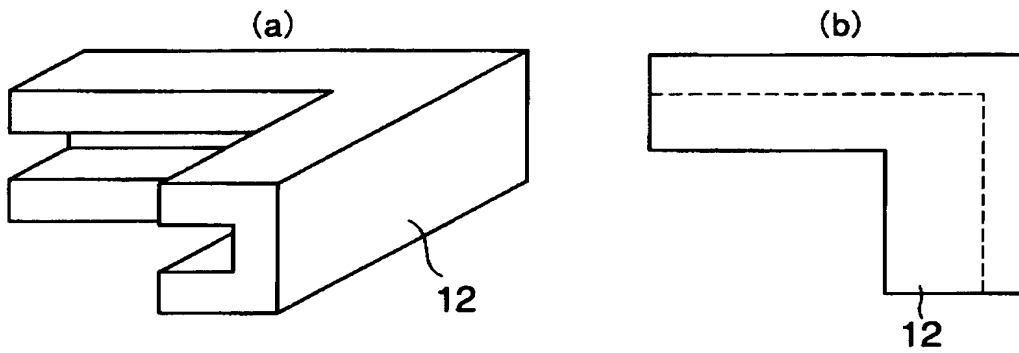
【図3】



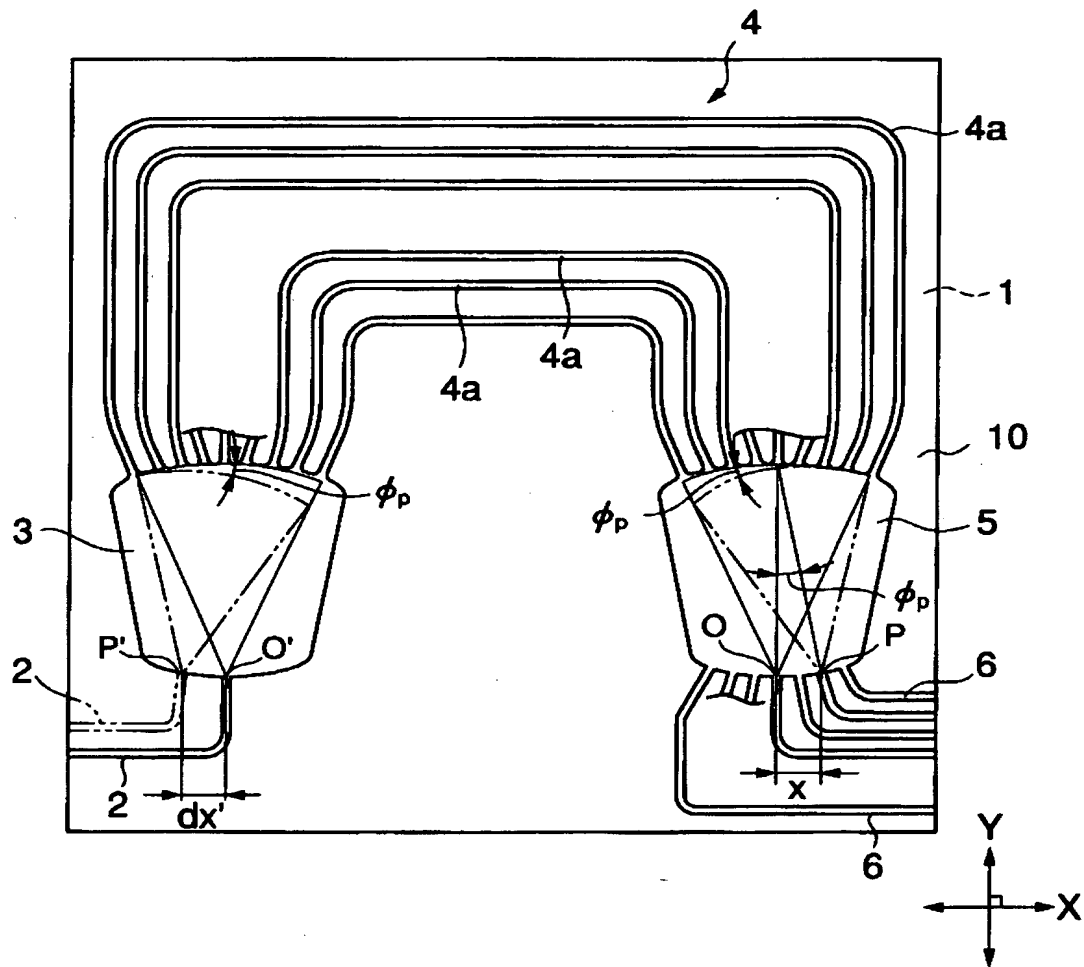
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐衝撃性、耐振動性の高い光モジュールを提供する。

【解決手段】 パッケージ 3 0 の収容部 2 8 内に、光導波路形成領域 1 0 を基板 1 上に形成した光導波回路チップ 1 1 を少なくともエッジ部周辺部で支持して収容する。光導波回路チップ 1 1 の 4 角近傍に光導波回路チップ 1 1 の、衝撃緩和用の断面コ字形状の弾性部材 1 2 を設ける。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名 古河電気工業株式会社